

AZ ÓRIÁS AMÓBA (AMOEBA PROTEUS) SZAPORODÁSBIOLOGIAI VIZSGÁLATA

TÁNCZOS JÓZSEF és TÁNCZOS JÓZSEFNÉ

Bevezetés

Az egysejtű állatok vizsgálata régen foglalkoztatja a biológusokat, az orvosokat, a fizikusok és kémikusok egy részét. A vizsgálatok, előzőeknek megfelelően igen változatosak és sokrétűek. Foglalkoznak a mozgás, a táplálkozás, az ignerlékenység, a szaporodás életfolyamataival.

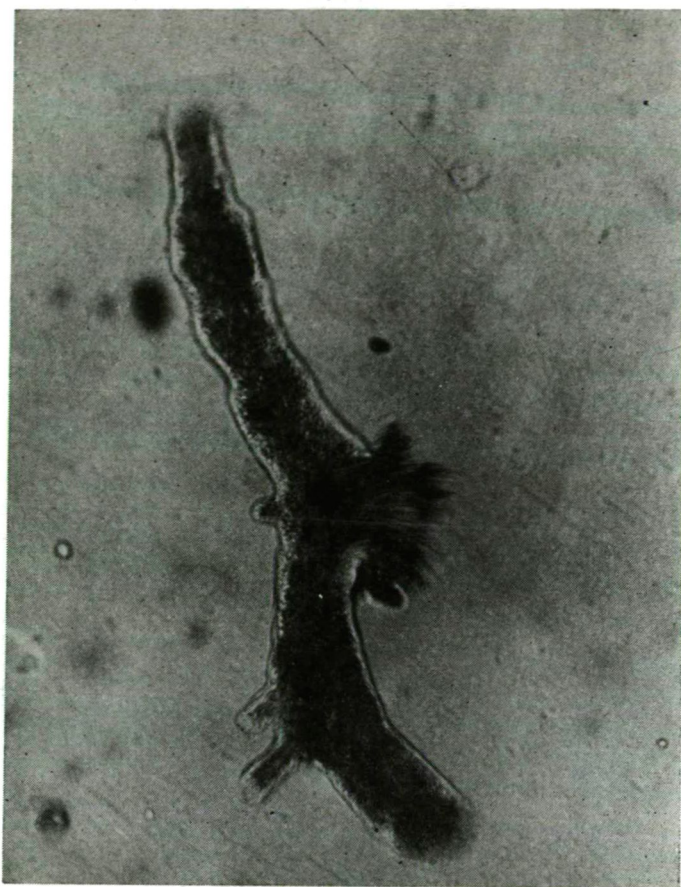
Ami az egysejtű állatok szaporodását illeti, nagyon eltérőek és gyakran bonyolult formákban jelentkeznek. Többségük mégis annyira megegyezik, hogy — néha egyszerű befűződés, máskor összetapadás és a magok kicserélődése útján — a szülősejt kettéosztódik és két, néha több egyenértékű utódszervezetté alakul. Az utódsejtek rövid idő, általában néhány nap után ismét tovább osztódnak. A szaporodás addig folytatódik, amíg a tenyésztő közeg meg nem telítődik az állatokkal és az általuk kiválasztott anyagcsere-végtermékekkel. Az anyagcsere végtermékei az egész kultúra pusztulását eredményezi. E tény már hosszú ideje ismeretes volt. A századforduló derekán azonban felismerték azt, hogy a tenyészetek pusztulása megakadályozható, és a kultúrák élettartama meghosszabbítható. WOODRUFF [8] például papucsállatkán végzett vizsgálatai során a századik generáción tudta a kultúra hanyatlásának jeleit megfigyelni. Ő nem várta meg állatainak a pusztulását, hanem kicserélte a táptalajt, aminek eredményeképpen az állatok zavartalanul éltek tovább és szaporodtak. Így az állatokat tizenöt ezernél több nemzedéken keresztül sikerült fenntartania tenyészkultúrában. Ezek szerint — mivel az egysejtűek pusztulása elvileg megakadályozható — potenciálisan halhatatlanok. Gyakorlatilag azonban az egysejtűek többsége rövidebb, vagy hosszabb idő után elpusztul. Ellenségek támadásai, klimatikus változások, fizikai, kémiai és más hatások okozzák elpusztulásukat. Ez azonban nem zárja ki, hogy elméletileg halhatatlanok legyenek, sőt gyakorlatilag is meg lehet valószínűsíteni olyan körülményeket, amelyekben minimálisra csökken mortalitásuk.

Az állat élete lehet rövidebb vagy hosszabb, amely az adott viszonyoktól függ. E viszonyok számára lehetnek kedvezőek vagy kedvezőtlenek, szinte minden körülmények között igyekszik természetes feladatáról, fájának fenntartásáról gondoskodni.

Az *Amoeba proteus* olyan egyetlen sejt, amely önállóan képes a legfontosabb élettévékenységekre. Így képes a táplálék felvételére, annak átalakítására, illetve az asszimilálásra, ebből az élet számára energiaszabadításra: a disszimilálásra; a káros anyagok eltávolítására: a kiválasztásra; képes a mozgásra, az érzékelésre és ezen teljesítmények végzése érdekében különféle szervecskék kiképzésére: a szerveződésre.

Ezen egysejtű állat protoplasmájára mondta majd egy századdal ezelőtt DUJARDIN, hogy olyan tulajdonságokkal rendelkezik, hogy izmok nélkül tud összehúzódní és idegek nélkül ingerlékeny.

STILLER J. [7] szerint az *Amoeba proteus* entoplasmája, ha a test felületére ér, ektoplasmává válik és fordítva, ha a test belsejébe kerül, ismét elfolyósodik és ento-



1. ábra. *Amoeba proteus*: az ektó- és entoderma változásai

plasmává alakul át. Néha egészen rendkívüli változásokra képes. Ezeket a jelenségeket mi is megfigyeltük (1. ábra).

Ami az *Amoeba proteus* szaporodását illeti, általánosan ismert, hogy az állat két részre oszlik, majd a részek kiegészülnek. Az osztódások a leírások szerint, mikor a leánysejt a fajra jellemző nagyságot elérte, ismét osztódik. Ez körülbelül 12—24, vagy 48 órát vesz igénybe.

HARTMANN berlini természetbúvár szerint a szaporodás előfeltétele mindig a testnek a fajlagos méretre való megnövekedése. Ő egy *Amoeba proteus*-t hosszú időn át tenyésztett anélkül, hogy a kísérleti állataival nem csinált egyebet, mint azt, hogy amikor az osztódásuk ideje bekövetkezett volna, egy darabot mindig levágott a plazmájukból. Az ilyenképpen megkisebbitett állatok mintegy megfiatalodtak, újra növekedésnek indultak és nőttek osztódás nélkül addig, amíg az új kísérleti csonkítás be nem következett.

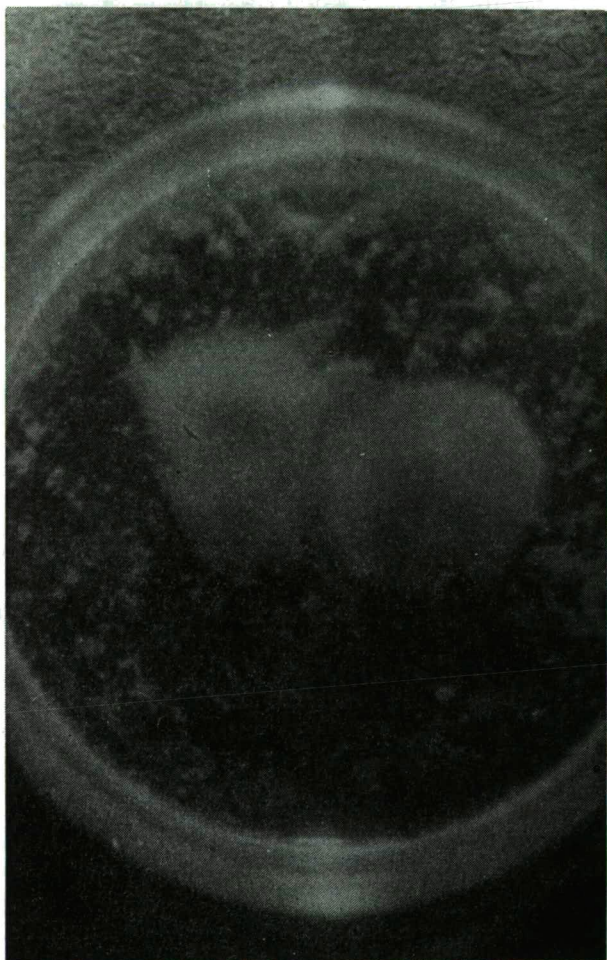
Ebből világosan kitűnik, hogy az osztódás, az asszimiláció és a belőle következő növekedés következménye. Ha fenntartjuk az asszimilációt, és mesterségesen megakadályozzuk a növekedést, akkor egy-egy *Amoeba proteus* elvileg sohasem pusztulna el.

Mivel az egysejtű állatok, s természetesen sz. *Amoeba proteus*ok sejtjeiben is az összes alapvető életfolyamatok megvannak — igen változatos formába —, így a fiziológiai és pathológiai tulajdonságok és az élő anyaggal kapcsolatos egyéb problémák celluláris szinten tanulmányozhatók [6]. A sejtközi állomány nem zavar. Összehasonlítva mélyreható betekintést kaphatunk az életfolyamatok evolúciójára. Az eredmények magasabb rendű csoportokra is vonatkoztathatók.

Vizsgálataink során fenti célok vezéreltek, s igyekeztünk kísérleteinket ezen célok megvalósítása szellemében végezni. Ezek a vizsgálatok alapját adják az állat (*Amoeba proteus*) szaporodásbiológiájának a különböző környezeti viszonyok mellett, mint a fény, a szín, a hőhatás, valamint a különböző pH viszonyok stb.

Anyag és módszer

A vizsgálathoz szükséges *Amoeba proteus* törzstenyészetet a potsdami „Karl Liebknecht” pedagógiai főiskolától kaptuk. Ezt a törzstenyészetet, illetve az ebből származó utódokat használtuk fel kísérleteink során.



2. ábra. *Amoeba proteus* tenyészet rizsszemekkel

A sokszor és sok helyütt leírt, mindenütt előforduló óriás amőbát sajnos sem a természetben, sem az akváriumokban nem sikerült begyűjtenünk. A meglevő tenyészet fenntartása és vizsgálati célra való felhasználása is igen körültekintő gondoskodást jelentett.

Az amőbatenyészetet a következő tápoldaton tartottuk, illetve tenyésztettük:
1000 cm³ kétszer desztillált víz
1 cm³ 10 %-os NaCl
0,4 cm³ 1 %-os KCl
0,6 cm³ 1 %-os CaCl₂

Fenti összeállítású anyag 150 cm³-hez 4—6 darab rizsszemet adtunk.

A tenyészetet petri csészékben tartottuk (2. ábra). Egy-egy petri csészébe a törzstenyészetből mindig öt amőbát helyeztünk át.

Az így előkészített anyagot különböző fény- és hőhatásoknak tettük ki. Végeztünk különböző színű fóliákkal kísérleteket és vizsgáltuk a biogén környezet hatását az Amoeba proteusok szaporodására. Mértük a pH-változásokat, s rácsrendszerű okulár segítségével végeztünk számolásokat laboratóriumi fénymikroszkóppal.

A tenyészet 4—5 hét után „leöregedett” s frissíteni kellett azaz át kellett oltani új tenyészvízbe.

Vizsgálati eredmények

Az Amoeba proteus osztódásával kapcsolatban rendkívül érdekes jelenségek játszódnak le. A szaporodási folyamatok rendszerint éjjel következnek be. A nappali osztódási folyamatok ritkán fordulnak elő, ezért a szaporodási folyamatok nyomkövetése is korlátozott.

Az óriás amőba szaporodását igen sok tényező befolyásolja, illetve szaporodási folyamataira hat. Először is az a közeg, amelyben él, a hő- és fényhatás s nem utolsósorban azok az élő szervezetek, amelyekkel egy tenyészetben élnek.

Ami a közeget illeti, a legoptimálisabb az, melyet az anyag és módszer fejezetben leírtunk.

A szervezet és környezet kölcsönhatását Chambers szerint [3] a plazmolemma, mint specializált rész szabályozza. Azok az anyagok (narkotikumok, mérgek), amelyek a táptalajban, mint közegben voltak, az állatokat elpusztították. Ezek az anyagok természetesen a sejthártyán (plazmolemmán) keresztül fejtették ki hatásukat. Ha ugyanezen anyagokat közvetlenül mikropipetta segítségével a sejtbe fecskendezték, az állatokra nézve hatástalanok maradtak.

BRINLEY [2] valamint más szerzők: éter, kloroform, kén-hidrogén, cián-hidrogén stb. toxikus hatását elsősorban a sejtmembrán befolyásolásával magyarázták és a sejt elpusztulása csupán ennek következménye.

Evolúciós szempontból is érdekes ez a példa, mert bizonyítja, hogy a szervezet és a környezet kapcsolatát biztosító rendszer — jelen esetben a sejthártya — zavara elkerülhetetlenül a szervezet pusztulásához vezet.

A hozzáadott rizsnek három formáját alkalmaztuk: hántolatlan, hántolt magyar és hántolt vietnámi rizst.

A hántolatlan rizs hozzáadása a tenyészvízhez 2—3 napon belül gazdag gomba micéliumhálózatot hozott létre, melyen azután sok-sok kis apró mikrogomba alakult ki. Ezen túlmenően igen sok atka is került a tenyészetbe, valószínű a hántolatlan jizzsel. Az óriás amőbák nem hogy szaporodtak volna, hanem nagyon hamar szinte egy hét elteltével számuk lassan megfogyatkozott s elpusztultak.

Ami a hántolt magyar és hántolt vietnámi rizst illeti, azt tapasztaltuk, hogy a vietnámi hántolt rizsen a tenyészet gyorsabban, intenzívebben fejlődött ki. Megfigyeléseink szerint ez négy-öt napot, sőt gyakran egy hét előnyt is jelentett.

A fény- és hőhatásokra vonatkozóan a következők állapíthatók meg. MAST [5, 6] vizsgálataiból ismert, hogy fény hatására az amőbában egy különleges anyag keletkezik, amely egy másik anyag keletkezését idézi elő. Az utóbbi kiváltja az amőba kifejezett reakcióját a fényingerre.

A fény és a hő szaporodásra gyakorolt hatását nyári és téli időszakban vizsgáltuk.

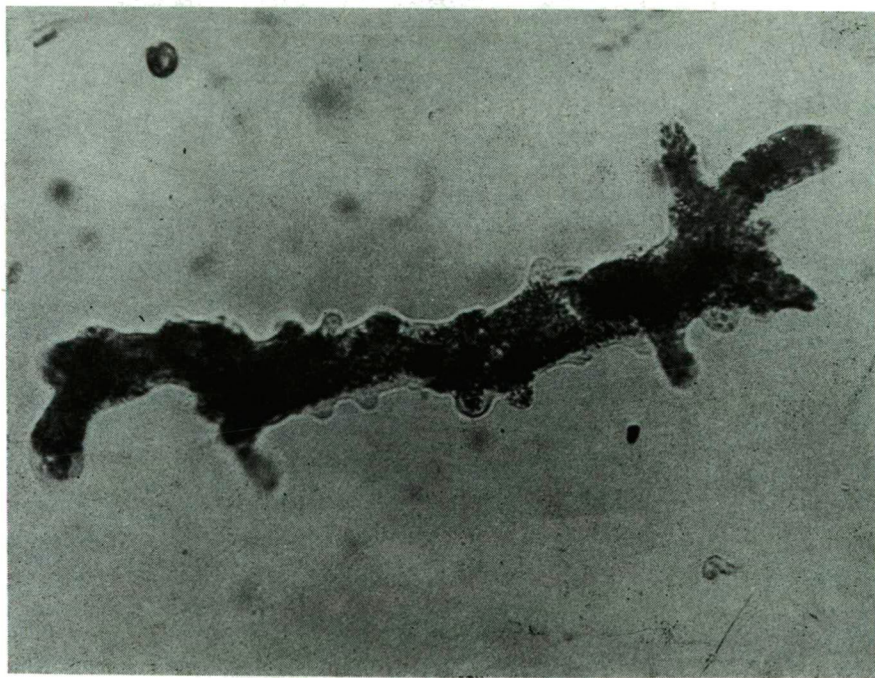
Azt tapasztaltuk, hogy nyári időszakban akkor szaporodnak gyorsan az állatok, ha olyan helyre tesszük a tenyészetet, ahol árnyék és friss levegő van. Vagyis alaposan szellőztetett helyiségben.

A fényre nagyon érzékeny az amőba. Ennek igazolására a petricsésze tekintélyes részét lefedtük sötét papírral, csak egy kis rést hagytunk szabadon, ahol fény juthat be. Mikroszkópi megfigyeléseink során azt tapasztaltuk, hogy a megvilágított résztől a fénytől védett helyre húzódtak. Ebből az egyszerű kísérletből kitűnik, hogy az amőba a fényt nem kedveli. A fénytől való megvédése az állatoknak alufóliával volt a legkételesebb.

A különböző színű és fényáteresztő képességű fóliatakarások vizsgálatában azt tapasztaltuk, hogy a sötétebb tónusú fóliák kedvezőbbek a szaporodásra, így a sötét-piros és a sötétkék. A zöld színű közömbösnek bizonyult, míg a fehér és világos színek sárga, kék, a szaporodási folyamatokra kedvezőtlenül hatottak. Sőt ezek alatt rövidebb idő alatt el is pusztultak.

A legoptimálisabb hőmérséklet megfigyeléseink szerint a 20—22 °C.

Téli időszakban is végeztünk kísérleteket. A kísérleti anyag egyik részét az ablakhoz tettük, míg másik részét közel a fűtőtesthez. Mindkettőt alufóliával fedtük le.



3. ábra. Amoeba proteus: megnyúlt formájú osztódási típus

Az ablak melletti hőmérséklet gyorsabb változásai következtében nem szaporodtak sőt rövid időn belül elpusztultak. Azok, amelyek a fűtőtest közelében egyenletesebb hőviszonyok mellett voltak, jól fejlődtek és szaporodtak. A hőingadozásokra az *Amoeba proteus*ok nagyon érzékenyek.

Az oxigénigényük szintén jelentős. Ha a petricsészét megtöltjük színültig folyadékkal és lefedjük, az állatkák gyorsan pár óra alatt elpusztulnak.

Szaporodásukat befolyásolják a tenyészet ökológiai viszonyai is.

Ott, ahol a tenyészetben nagymértékű a papucsállatkák (*Paramecium caudatum*) elszaporodása, ott az amőbák kevésbé tudnak szaporodni.

A kerekkes férgek (*Rotatoria*) jelenléte az amőbák szaporodására kedvezően hat, mert ezek a papucsállatkák számát gyérítik.

Az *Amoeba proteus* baktériumokban gazdag vízben szaporodik a legintenzívebben.

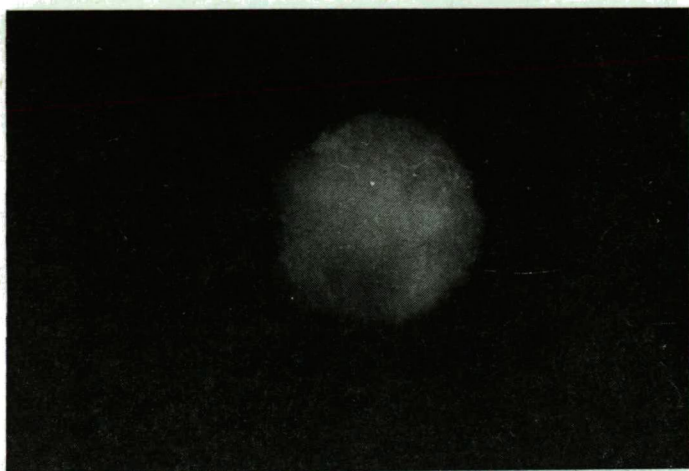
Az *Amoeba proteus* legáltalánosabban ismert szaporodási módja a kettéosztódás.

Ezen kettéosztódási formának két változatát sikerült megfigyelnünk:

Az egyik változat az, amikor az amőba állábait behúzza — legfeljebb a két végén maradnak kisebb nyúlványai — s rendszerint középtájon befűződik és két részre különül (3. ábra).



4. ábra. *Amoeba proteus*: patkó alakú osztódásforma



5. ábra. *Amoeba proteus*: legömbölyödött forma



6. ábra. *Amoeba proteus*: a felszínről leváló kis részecskék

A másik esetben az állat rendszerint sajátságos patkó alakot vesz fel, s a patkó görbült részének a befűződése figyelhető meg (4. ábra), ahol később megtörténik az elkülönülés.

Az *Amoeba proteus* osztódásának egy különleges módját volt szerencsénk több alkalommal megfigyelni.

A tenyészet negyedik-, ötödik hetében az előbb már ismertetett osztódások után az állatkák legömbölyödtek. Legömbölyödéskor belső állományában nagyobb mennyiségű paraglykogén mutatható ki. A sejten belül ezzel párhuzamosan kisebb részek, mezők kialakulása volt megfigyelhető (5. ábra). Ezek az elkülönült részek elsődlegesen természetesen a perifériáról váltak le, majd a későbbiek során a belső részek is több részre különültek el (6. ábra). Az amőbakultúra tápoldatának fel-



7. ábra. *Amoeba proteus*: a leváló kis részek kiegészülése



8. ábra. *Amoeba proteus*: intenzív állábképződés

frissítés után ezek a kis részecskék fokozatosan kiegészültek, állábakat fejlesztettek és ismételten tovább szaporodtak a hagyományos kettéosztódással (7., 8. és 9. ábra).

Ezzel a jelenséggel magyarázható tulajdonképpen az, hogy egy-két hét alatt az amőbák kedvező körülmények között, oly mérhetetlenül el tudnak szaporodni.

Fentebb említett folyamatoknak genetikai vetületét, a miértet, vagy azt, hogy egyáltalán van-e extranuclearis maganyag, nem vizsgáltuk.

Elképzeléseink szerint egy felfrissítési folyamatról lehet szó, de ez is csak hipotézis.

A megfigyelésünk ténye talán csak az, hogy igen gyorsan igen nagy produktum jelenik meg. Közvetlen gyakorlati szempontból jelentős, mint a „táplálékláncszem” egyik tagja, alacsonyabb szinten organizált mikroszkópi szervezetek táplálására.



9. ábra. *Amoeba proteus*: kifejlődött forma

Közvetve pedig jelentős egy ilyen tenyészet fenntartása, mert celluláris szinten tanulmányozhatók az összes életfolyamatok.

Összehasonlítva más szervezetek sejtjeivel, betekintést kaphatunk az anyagcsere, a szaporodás és más életfolyamatok evolúciójára. Az eredmények magasabb rendű csoportok sejtes felépítéseire is vonatkoztathatók.

Összefoglalás

Az óriásamőba-tenyészet szaporodásbiológiai vizsgálata során megállapítást nyert, hogy:

1. Az élete fenntartásához és szaporodásához sajátos miliő szükséges, amely elsőként a táplálkozási viszonyokban rejlik. Vizsgálataink szerint a hántolt vietnami rizskultúrán volt a tenyészet biológiailag a legaktívabb.

2. A hőmérséklet- és fényviszonyokra is igen érzékenyen reagál. A hőmérséklet-ingadozást nem tudják elviselni. A legoptimálisabb hőmérséklet a tenyészet szaporodásához a $20-22^{\circ}\text{C}$. Téli időszakban, amikor a hőmérséklet a helyiségekben közel egyenletesen biztosított éjjel és nappal, gyorsabban következett be a szaporodás. Állandó megvilágítás mellett hamarosan elpusztulnak. A sötétebb tónusú fény hatására és félárnyékos helyen természetes fényben, intenzíven szaporodnak.

3. Oxigénhiány következtében rövid időn belül elpusztulnak. Kisebb vizinövények a tenyészetben kedvezően hatnak szaporodási folyamataikra.

4. Szaporodásukat befolyásolják a tenyészet ökológiai viszonyai is. Ott, ahol nagymértékű a papucsállatka, *Paramecium caudatum* elszaporodása, kevésbé szaporodnak. A kerekcsőférgek jelenléte kedvezően hat a szaporodásukra, mert a papucsállatkák számát gyérítik. Baktériumokban gazdag vizekben legnagyobb mértékű a szaporodásuk.

5. Szaporodásuk osztódás útján megy végbe. Az állat legömbölyödik, — és többszöri megfigyelés során azt tapasztaltuk — hogy nemcsak két részre, mint ahogyan azt korábban leírták, hanem több kisebb egységre különülnek, melyek azután kiegészülnek.

6. Mivel az összes életfolyamatok igen változatos formában figyelhetők meg, az óriás amőba szervezetében, a sejtközüti állomány kizárása mellett, így az élő anyaggal kapcsolatos problémák celluláris szinten tanulmányozhatók. Összehasonlítva mélyreható betekintést kaphatunk az anyagcsere, a szaporodás és más életfolyamatok evolúciójára. Az eredmények magasabb rendű csoportok sejtjes felépítéseire is vonatkoztathatók.

IRODALOM

- [1] BALÁZS A.: Az élet meghosszabbítói. Gondolat, Budapest, 1973, 1—371.
- [2] BRINLEY, F. J.: Action of hydrogen sulfide on the protoplasm of *Amoeba proteus*. *Science*, 69, 1929, 336.
- [3] CHAMBERS R.: Dissection and injection studies on *Amoeba*. *Proc. Roy. Soc., London*, 18, 1920, 66—68.
- [4] MAST S. O.: Localized stimulation, transmission of impulses and the nature of response in *Amoeba*. *Physiol. Zool.*, 5, 1932, 1—15.
- [5] MAST S. O.: Motor response in unicellular animals. *Physiol. Zool.*, 1941, 276.
- [6] MÜLLER M.: A protozoonok tiszta tenyésztésének néhány kérdése. *Biológiai Közlemények*, VII. kötet, 1—2 füzet, 1959, 83—96.
- [7] STILLER J.: Protozoa — Állati egysejtűek. I. füzet, Akadémiai Kiadó, Budapest, 1960.

FORTPFLANZUNGSBIOLOGISCHE UNTERSUCHUNG AN RIESENAMÖBEN (*AMOEBA PROTEUS*)

J. TÁNCZOS—M. TÁNCZOS

Im Laufe der fortpflanzungsbiologischen Untersuchungen an Riesenamöben-Kulturen konnte folgendes festgestellt werden:

1. Zur Aufrechterhaltung des Lebens und zur Vermehrung ist ein spezielles Milieu erforderlich, was sich vornehmlich in den Ernährungsverhältnissen zeigt: die Züchtung war den Untersuchungen nach biologisch am aktivsten in Kulturen aus geschältem Vietnam-Reis.

2. Auch auf Temperatur- und Lichtverhältnisse reagieren die Amöben höchst empfindlich; Temperaturschwankungen tolerieren sie nicht; die optimale Temperatur des Kulturmediums zur Vermehrung beträgt 20—22 °C. Im Winter, wenn die Temperatur in den Räumen Tag und Nacht annähernd gleichbleibend gesichert ist, treten Vermehrungen schneller ein. Bei ständiger Belichtung gehen die Kulturen bald ein. Licht von dunklerem Ton oder halbschattige Räume tragen zur intensiven Vermehrung bei.

3. Sauerstoffmangel bewirkt binnen kurzer Zeit Eingehen der Kultur; kleine Wasserpflanzen im Medium sind von günstigem Einfluss auf die Vermehrungsprozesse.

4. Beeinflusst wird die Fortpflanzung auch durch die ökologischen Verhältnisse der Kultur. Wo in grösseren Mengen Pantoffeltierchen (*Paremecium caudatum*) gedeihen, ist die Vermehrung geringeren Grades. Die Anwesenheit von Rotatorien ist von günstigem Einfluss auf die Vermehrung, weil sie die Zahl der Paramäzien herabsetzen. Am stärksten vermehren sich die Riesenamöben in Wässern mit hohem Bakteriengehalt.

5. Die Vermehrung erfolgt mittels Teilung. Das Tierchen nimmt Kugelform an, um sich dann — wie wir bei mehrfacher Beobachtung feststellen konnten — nicht nur in zwei Teile, wie es früher beschrieben wurde, in mehrere kleinere Einheiten zu sondern, die später eine Ergänzung erfahren.

6. Nachdem sämtliche Lebensvorgänge im Organismus der Riesenamöbe in höchst wechselvoller Form bei Ausschluss der interzellulären Substanz zu studieren sind, werden die Probleme in Verbindung mit der lebenden Substanz auf zellulärer Ebene verfolgbar. Auf Vergleichsbasis wird ein tiefgreifender Einblick in die Evolution der Stoffwechsel-, der Vermehrungs- und anderer Lebensprozesse möglich. Die Ergebnisse lassen sich auch auf den zellulären Aufbau von Gruppen höherer Ordnung beziehen.

ИССЛЕДОВАНИЕ БИОЛОГИЧЕСКОГО РАЗМНОЖЕНИЯ АМОЕБА PROTEUS

ТАНЦОШ ЙОЖЕФ — ТАНЦОШ ЙОЖЕФНЭ

В ходе исследования биологического размножения *Amoeba proteus* мы пришли к следующему выводу:

1. Для жизни и размножения необходимы своеобразные условия, которые прежде всего проявляются в условиях их питания. Согласно нашим наблюдениям они биологически наиболее активно реагировали на кормление вьетнамским очищенным рисом.

2. Они очень чувствительно реагируют на температуру и свет. Они не могут выносить сильные изменения температуры. Наиболее оптимальной для их размножения является температура 20—22 °С. Зимой в помещениях при постоянной температуре они очень быстро размножаются. При постоянном освещении они очень быстро гибнут. Под влиянием более мягкого света и в полутёмных местах они очень интенсивно развиваются.

3. Без кислорода они быстро гибнут. Некоторые виды водорослей благоприятно влияют на их размножение.

4. Экологические условия также влияют на их размножение. Они плохо размножаются там, где слишком размножились *Paramecium caudatum*. В богатой бактериями воде они также быстро размножаются.

5. Они размножаются путём деления. Она делится не только на две части, как это мы утверждали раньше, а на несколько маленьких частей, которые затем дополняются.

6. Так как в организме *Amoeba proteus* представляются широкие возможности для изучения биологических процессов, проблемы, связанные с живым организмом можно изучать на целлюлярном уровне. Благодаря этому мы имеем возможность наблюдать за эволюцией обмена веществ, размножением и другими жизненными процессами. Результаты наших наблюдений можно использовать при изучении структуры клеток более высоких биологических существ.